

Searching by Document Number

---

**\*\* Result [Patent] \*\*** Format(P801) 01. Nov. 2001 1/ 1  
 Application no/date: 1994- 67193[1994/04/05]  
 Date of request for examination: [2001/03/21]  
 Public disclosure no/date: 1994-308042[1994/11/04]  
 Examined publication no/date (old law): [ ]  
 Registration no/date: [ ]  
 Examined publication date (present law): [ ]  
 PCT application no:  
 PCT publication no/date: [ ]  
 Applicant: SPACE SYST LORAL INC  
 Inventor: HAWAADO EDOUIN PORAAO, ROBAATO EDOWAADO NEFU, SHIERIRU JIENINGUSU  
 AJIYURUNI  
 IPC: G01N 21/88 H01L 21/66  
 Expanded classification: 462, 422  
 Fixed keyword: R002  
 Title of invention: PHOTO IRRADIATION TESTING DEVICE FOR DETECTING FAULT OF WAFER AND SOLAR CELL  
 Abstract:

PURPOSE: To detect crack of a crystal layer in a solar cell by a simple constitution.  
 CONSTITUTION: Light of 1.0μm emitted from a light source 18 and passed through a filter 22 is scattered on a white paper 24 and reflected on a solar panel 16 at various angle. A video camera 12 is placed opposite to the panel 16 to form an image of the panel 16 on which the scattered light is reflected. A light source 20 emitting non parallel light is arranged at designated angle to the panel 16 so as to identify a crack of a cover glass and a crack of a crystal layer. Accordingly

---

surfaces of the solar cell by the scattered light, the crack can be observed by a monitor.  
 COPYRIGHT: (C) 1994, JPO

Other Drawings...

(19)日本国特許庁(J P)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-308042

(43)公開日 平成6年(1994)11月4日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

G 0 1 N 21/88

E 8304-2 J

H 0 1 L 21/66

C 7630-4 M

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 5 頁)

(21)出願番号 特願平6-67193

(22)出願日 平成6年(1994)4月5日

(31)優先権主張番号 08/042 890

(32)優先日 1993年4月5日

(33)優先権主張国 米国(U S)

(71)出願人 593199585

スペース システムズ/ローラル インコ  
ーポレイテッドアメリカ合衆国, カルフォルニア州  
94303, バロ アルト, ファビアン ウ  
エイ 3825

(72)発明者 ハワード エドウィン ボラード

アメリカ合衆国 カルフォルニア州  
95070 サラトガ ウェリントン コート  
19975

(74)代理人 弁理士 藤村 元彦 (外1名)

最終頁に続く

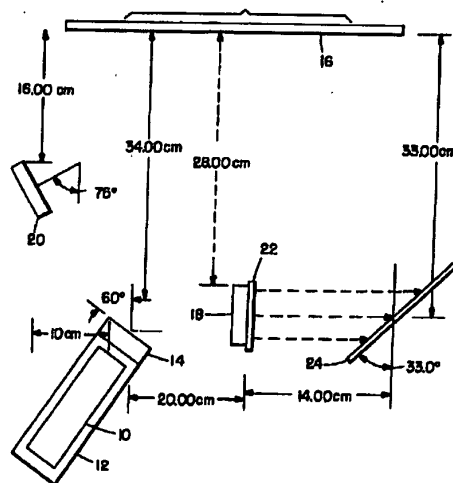
(54)【発明の名称】 ウエハ及びソーラセルの欠陥検出用光照射検査システム

(57)【要約】

【目的】 簡単な構成にて、ソーラセル内の結晶層のクラックを検出する。

【構成】 光源18を発してフィルタ22を通過した1.0 $\mu$ mの光が、白紙24にて散乱されてソーラパネル16に様々な角度で入射する。ビデオカメラ12をパネル16と対向させて散乱光が入射しているパネル16の像を形成する。パネル16のカバーガラスのクラックと結晶層のクラックとを識別するために、非平行光を発する光源20を、パネル16に対して所定角度で配置する。

【効果】 散乱光により結晶層のクラックがソーラセルの各界面に影として生じるので、モニタにてクラックを観察することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 製造される物体内の物理的欠陥を観察する光検査システムであって、  
平行光ビームの光源と、

前記平行光ビームの所定波長を通過させるために前記平行光ビームをフィルタ処理する前記平行光ビームの光路内に配置されたフィルタ手段と、

前記所定波長の前記平行光ビームを散乱させて前記平行光ビームが散乱された散乱光を前記物体へと案内して照射する前記平行光ビームの光路内に配置された散乱手段と、

前記物体の像を形成するためにコヒーレント光及び前記散乱光が照射される前記物体と対向する観察手段と、を有し、前記物体内の物理的欠陥が前記像内に現れることを特徴とする光検査システム。

【請求項2】 前記物体は結晶層を含む構造を有し、且つ前記物体内の前記物理的欠陥は前記結晶層内のクラックであり、

前記平行光ビームの前記光源は近赤外スペクトルの光を生成し、且つ前記散乱光は前記結晶層に入射して前記観察手段の前記像内に現れる前記クラックを表す影を生成し、

前記観察手段を前記結晶層に対して配列するために前記

【請求項8】 前記物体はソーラセルであり、前記結晶層はゲルマニウム基板であり、前記透明層は透明ガラスの多層構造からなることを特徴とする請求項5記載の光検査システム。

【請求項9】 前記透明層内のクラックを表す影を生成するために前記ソーラセルに向けて照射される非平行光の光源をさらに含み、前記結晶層内の前記クラックを表す前記影と前記透明層内の前記クラックを表す前記影とは、前記観察手段の前記像内に現れて識別可能であることを特徴とする請求項5記載の光検査システム。

【請求項10】 フィルタ処理された前記平行光ビームの波長はおおよそ $1.0\mu\text{m}$ であり、前記白紙の表面は $1.0\mu\text{m}$ オーダの凹凸を有することを特徴とする請求項5記載の光検査システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【技術分野】 本発明は、多層シリコン素子を検査する光システムに関し、特に、シリコン層内の欠陥を検出するために近赤外線を照射する光システムに関する。

【0002】

【背景技術】 特にソーラセルに用いられるシリコン層やウエハのシリコン層におけるクラックなどの欠陥を検出する検査システムが当分野にて利用されている。このよ

うに含むことを特徴とする請求項1記載の光検査システム。

【請求項3】 前記コヒーレント光の前記光源は、コヒーレントな光ビームを発するレーザであり、前記物体内の前記物理的欠陥の位置の決定を補助するガイドとして機能することを特徴とする請求項2記載の光検査システム。

【請求項4】 近赤外の前記平行光ビームを発する前記光源はクオーツハロゲンランプであり、前記フィルタ手段はロングパスフィルタであり、前記散乱手段は、フィルタ処理された前記平行光ビームを前記結晶層にて複数の異なる角度で反射させるために、フィルタ処理された前記平行光ビームの光路内に配置された1枚の白紙であることを特徴とする請求項3記載の光検査システム。

【請求項5】 前記物体は、前記結晶層、前記結晶層に固着された透明層、及び前記透明層に配置された無反射コーティング層を含む多層素子であることを特徴とする請求項4記載の光検査システム。

【請求項6】 前記物体はソーラセルであり、前記結晶層はシリコン基板であり、前記透明層は透明ガラスの多層構造からなることを特徴とする請求項5記載の光検査システム。

【請求項7】 前記物体はソーラセルであり、前記結晶層はガリウム砒素基板であり、前記透明層は透明ガラスの多層構造からなることを特徴とする請求項5記載の光検査システム。

の所定角度でソーラセル素子に入射する光源を含む。線形偏光された近赤外線はソーラセルのシリコン層にて反射され、赤外ビデオカメラがソーラセルに対して第2の所定角度にて配置されている。ビデオカメラは、赤外線の線形偏光分析器を含み、シリコン層の画像を形成するので、シリコンウエハ表面のクラックを観察することができる。

【0003】 代表的な近赤外線ソーラセル検査システムが、J. R. ホドー (Hodor)、H. J. デッカー (Deker) 及びJ. バーニー (Barney) ジュニアによる刊行物「最新のソーラレイ生産に到達した赤外線技術 (Infrared Technology Comes to State-of-the-Art Solar Array Production)」、SPIE 巻819、赤外線技術XIII (1987)、第22頁乃至第29頁に記載されている。

【0004】 従来のシステムは、波長が $5\mu\text{m}$ から $15\mu\text{m}$ までの赤外線を使用し、線形偏光平行赤外線をソーラセルに直接照射することを狙いとしている。このようなシステムによって、ビデオカメラのスクリーンに像が形成されてこの像の中でシリコン層のクラックを観察することができる。周知の検査方法は、システムのかなりの重量に妨げられて構造及び使用方法が非常に複雑である。今日までに提案された周知の様々なシステムは、複雑さ故に実用的ではなく、システムの寸法や重量のために高価であるとともに携帯不可能で、動的な気圏での製造やテスト環境での使用に対しては不適である。

【0005】

【発明の概要】本発明の目的は、従来のシステムよりも少ない部品で構成されて、シリコン基板のクラックを観察したり、ガリウム砒素(GaAs)やゲルマニウム(Ge)基板のクラックを検出するために用いることのできる光検査システムを提供することである。

【0006】本発明の第2の目的は、カバー層のクラックとシリコンウエハ内のクラックとを明確に識別することができるシリコンウエハの欠陥用の光検査システムを提供することである。本発明の第3の目的は、ソーラパネルに対して最小の負担で複数の検査結果と一致するソーラレイパネル内のシリコンウエハの光検査システムを提供することである。

【0007】本発明により、照射される光は近赤外線であり、さらに照射された光は散乱されて検査されるソーラセルに対して様々な角度から入射するソーラセルなどの光検査システムが開示される。

【0008】

【実施例】図1は、シリコンウエハやソーラセルの中間層のクラックを検出する光検査システムの一実施例を示し、このシステムは、平行に照射されるビームを形成するレーザ10を含んでいる。レーザ10は、当分野においては有効なHe-Neレーザである。ビデオカメラ1

クロームレンス14を含んでいる。レーザ10は、選択された目標位置にビデオカメラの照準を調整するガイドとして用いられている。カメラ12は、近赤外線に対する感度を有し、当分野においても有効である。検査されるソーラパネル16は、レーザ10からの照射光の光路上で且つビデオカメラ12の視野内にあるテスト面に配置されている。

【0009】例えばクォーツハロゲンランプなどからなる第1平行光源18は、波長0.9から1.2μmの近赤外スペクトルの光を照射し、これらの近赤外線は波長1.0μmの光を通過させるロングパスフィルタ22にてフィルタ処理されて投影される。光源18を発してフィルタ処理された平行光は、白紙パネル24の表面に投影される。ソーラパネル16には、さらに第2クォーツハロゲン光源20からの非平行の近赤外線が入射される。なお、この非平行の近赤外線は、第2クォーツハロゲン光源20から所定角度方向に照射され且つフィルタ処理が行われていない光である。図1には上記システムの部品配置の代表的な寸法が示されている。本発明は図1の寸法に限定されるものではなく、本発明のシステムの簡潔性を示すために記入されたものである。

【0010】白紙24の表面は、フィルタ22を通過した近赤外線の波長と同じオーダの1.0μmオーダの凹凸を有している。これらの凹凸によって、白紙24の表面にて反射される光は散乱される。白紙24は、白紙24の表面にて反射された散乱光がテスト面に配置されたソ

ーラパネル16の表面に入射するように配置される。白紙24にて反射された光線は散乱されているので、これら光線は様々な角度からソーラパネル16の表面に入射する。

【0011】図2を参照すると、白紙24表面による散乱反射のために、ランプ18を発しフィルタ22を通過した光線がソーラパネル16に向けて様々な角度で白紙24から反射される様子が図示されている。図3にパネル16のソーラセルの構成を示す。ソーラセルは、背面16Bが金属処理されたソーラセル部材16Aを含み、背面16BはシリコンゲルマニウムやGaAsからなるソーラセル層16Aを保持している。カバーガラス層16Dがセル接着層16Cによってソーラセル16Aに取り付けられ、無反射コーティング層16Fを有するカバーガラス16Eがカバーガラス16Dの上に置かれている。図3の構造16A、16B、16C、16D、16E、16Fはソーラパネル16のソーラセルの一例を示したものである。屈折率が異なる2つの透明部材の界面で光は折曲されるから、白紙24の散乱面にて反射された近赤外線の各々はカバーガラス層16Eに入射し、その一部はスネルの屈折の法則により様々な角度でガラスを透過する。なお、スネルの屈折の法則は、

$$M_1 \cdot \sin \phi_1 = M_2 \cdot \sin \phi_2$$

部材の屈折率、 $\phi_1$ は第1部材から界面に入射するときの界面に対する光線の入射角、 $\phi_2$ は第2部材へと出射する時の界面に対する光線の出射角を表す。

【0012】白紙24にて反射された近赤外線もカバーガラス16Eに入射し、その一部は反射の法則により反射される。なお、反射の法則は、入射角 $\phi_i$ が反射角 $\phi_r$ に等しい( $\phi_i = \phi_r$ )ことを表す。このように、白紙24にて反射されてカバーガラス16Eに入射する光線の各々は、2つの光線、すなわち、透過光(屈折光)と反射光とからなる。屈折光及び反射光の両者がカバーガラス16D及び接着層16Cの界面で生じるが、光線は光学的にさらに密度の高い物体へと入射していくので、全反射は生じない。

【0013】全光線は、4つの変化、または角度変化を経験する。すなわち、全光線は、ソーラセル内の様々な界面を通過したりまたは界面にて反射されるので変化を受ける。各光線は、最初に無反射コーティング層16Fとカバーガラス16Eとの界面、カバーガラス16Dと接着層16Cとの界面、接着層16Cとシリコンウエハ16Aとの界面、最後にシリコン16Aと金属処理された背面16Bとの界面を横断するはずである。全界面は、光線を反射したり、または次の媒体に向けて光線を通過させたりする。全反射は、空気層と無反射コーティング層16Fとの界面で特定の光線に対して生じるのみである。光線がソーラセルの界面を通過する時、光線は、図3に示すように、白紙24に向けて反射されるた

り、またはカメラ12及びズームレンズ14の視野に向けて反射されたりする。カメラ12の視野への光路に入射した光線は、実像が形成されてビデオカメラ10に連結された図示せぬ制御モニタにて見ることで見る物体像となる。当業者であれば、カメラ12はビデオテープ記録の備えや欠陥を永久に記録するビデオグラフィックプリンタを含んでいることを容易に理解できるはずである。

【0014】制御モニタにて観察される像は、ロングパスフィルタ22が固着された第1コリメートクォーツハロゲン光源18だけで形成される。第2光源20、すなわちフィルタ処理されず且つ非平行のクォーツハロゲン光源は、検出されたクラックがカバーガラス内のクラックであるか、またはセルのベア (bare) シリコン内のクラックであるかを確認することが必要である場合にのみソーラパネル16を照射するために用いられる。ソーラセルの全ての界面によって、シリコン層16Aの表面に現れる影が生じるが、対象となる表面は、カバーガラスの表面とベアソーラセルの表面の2つである。

【0015】図3において、表面16Aに垂直で参照符号26によって示されるソーラセル内の実線はベアシリコンのクラックを示し、参照符号28はクラック26が照らされることによってさまざまな界面に形成される実

って、カバーガラスのクラックとソーラセルのクラックとの識別は容易なことではない。カバーガラスがセル全体に亘って破損した場合カバーガラスの両面にクラックが生じるので検査はさらに難しくなり、ガラスの両面にクラックが生じているのか、またはガラスの片面だけにクラックが生じているのかを確信することができなくなる。これが、識別を補助する方法として第2光源20が用いる理由である。光源20が点灯されて背後に反射された一連の輝点が制御モニタにて観察された場合、明らかにカバーガラスにクラックが生じていることが判る。さらに、第2光源20が点灯されて、光線の全反射があるか否かが確認される。実際に、第2光源20からの光ビームが全反射される場合、カバーガラスにはクラックが生じている。この現象は、空気層からカバーガラスの無反射コーティング層へとその界面を通過するときの臨界角以上の角度で単一の光線がガラスのクラックに入射するときに生じるものである。

【0017】上記記載は、ソーラパネルに含まれるソーラセルの信頼性及び質の特性を正確に記述するためにソーラセル及びカバーガラスのクラックを容易に確認し調査するための、簡単にコンパクトで携帯可能なシステムに関する。本発明は、設置される以前のハードウェアの信頼性を容易に調べる能力を提供する。いかなる種類の

内に形成された様々な影を別々の界面に示す。影28Aは無反射コーティング層とカバーガラスとの界面にあり、影28Bはカバーガラスと接着層との界面にあり、影28Cは接着層とシリコンとの界面にあり、影28Dはシリコンと金属処理面との界面にある。

【0016】ベアソーラセルのクラック及びカバーガラスのクラックを検出するために用いられる近赤外線は、本来光源18から発せられる。カバーガラスのクラック及びソーラセルのクラックの両者をカメラにて同時に観察することができる。すなわち、両者は実際には2つの異なる平面内にそれぞれ存在するが、カメラの視野では、両者は互いにスーパーインポーズされて現れる。クラックが生じているソーラセルが写されている制御モニタスクリーンを見る熟練者にとっては、カバーガラスのクラックとソーラセルのクラックとを見分けることは容易である。カバーガラスでは、蜘蛛の巣の糸と同様に、クラックや破損は曲線を描く傾向がある。ベアソーラセルのクラックは、ベアソーラセル材料の結晶方向に対して45°または30°の直線方向に走る。未熟な者にと

は、便利さのみならず、経済性も有し、特に目的とする用途に対して本質的な役割を果たしている。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による光検査システムの原理的な構成図である。

【図2】図1のシステムにて用いられる光源の代表的な光路を示す説明図である。

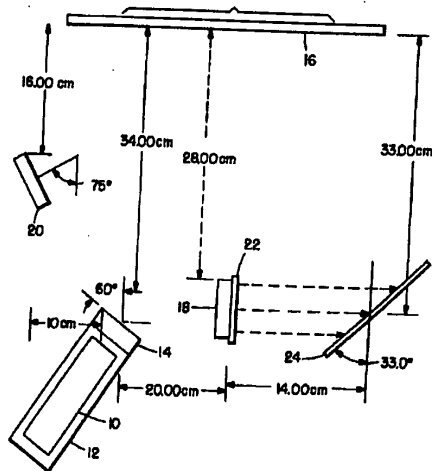
【図3】代表的なソーラセルの様々な界面と図1のシステムの光線との関係を示す図である。

【図4】ソーラセル界面のクラックによって生じる影とソーラセル界面との関係を示す図である。

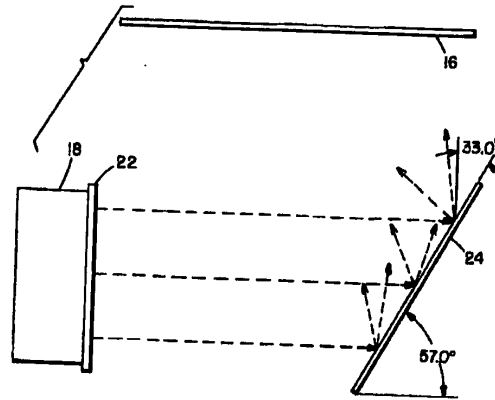
【符号の説明】

- 10 観察手段としてのレーザ
- 12 観察手段としてのビデオカメラ
- 16 物体としてのソーラパネル
- 18 平行光ビームの光源としての第1光源
- 22 フィルタ手段としてのフィルタ
- 24 散乱手段としての白紙

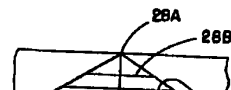
【図1】



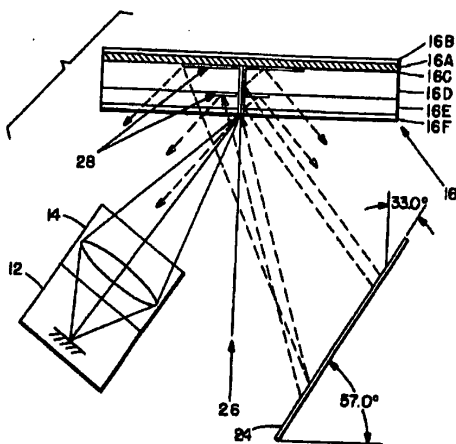
【図2】



【図4】



【図3】



21 28D 28C

フロントページの続き

(72)発明者 ロバート エドワード ネフ  
アメリカ合衆国 カリフォルニア州  
94536 フレモント ポートラ ドライブ  
4664

(72)発明者 シェリル ジェニングス アジュールニ  
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 サン  
ノゼ #8203 チェリー アベニュー  
4951